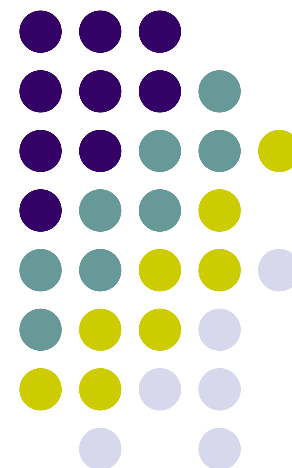
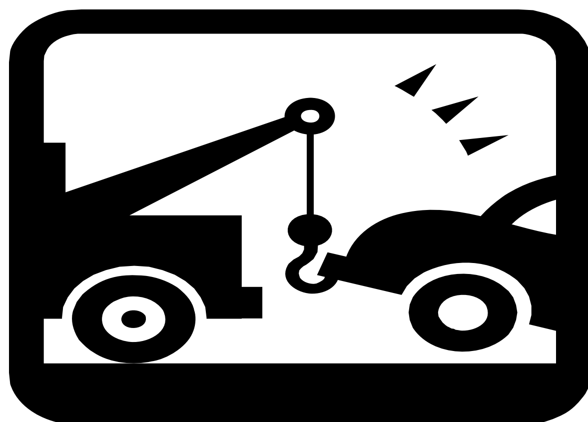
Modeli rastojanja sleđenja vozila u funkciji brzine

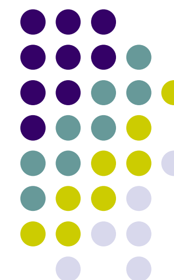
XII P 2013





Prof.dr VLADAN TUBIC

Deterministički modeli sleđenja

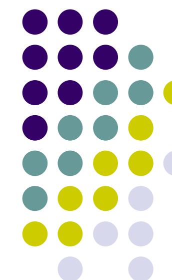


Mikroskopski modeli

- model apsolutno bezbednog rastojanja sleđenja,
- modeli realno bezbednog rastojanja sleđenja,

MODELI RASTOJANJA SLEDJENJA U FUNKCIJI BRZINE –

Teorijska osnova modela



Vozilo | VOZAČ | VOZILO | PUT

Dužina vozila | Opažanje | Reagovanje vozača | Premeštanje noge na papučicu | Aktivni hod pedale | Kočenje | Sigurnosno rastojanje

Kočenje

$$l_k = \frac{V^2}{25{,}92 \cdot b}$$

$$b = 9{,}81\,(\mu\,\epsilon \pm i)$$

l_v l_{p_1} l_{p_2} l_{p_3} l_{p_4} l_k l_r

Brzina normalne vožnje | Brzina pri usporenju

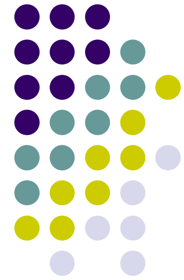
l_v l_p l_k l_r

2 | 2' | 1'

$l_č$

S_h

Model apsolutno bezbednog Sh



Model apsolutno bezbednog rastojanja sleđenja zasniva se na uključivanju celokupnog puta kočenja u rastojanje sleđenja.

Opšta relacija za rastojanje sleđenja u ovom slučaju glasi:

$$s_h = l_v + l_p + l_k + l_r,$$ odnosno:

$$s_h = l_v + \frac{t_p}{3,6} \cdot V + \frac{V^2}{25,92\, b} + l_r$$

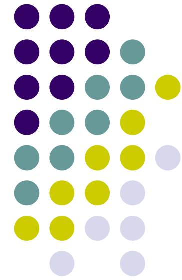
Polazeći od stava da je l_r konstantna vrednost, tada se dužina vozila l_v i dužina sigurnosnog rastojanja mogu izraziti u sledećem obliku:

$$l_v + l_r = l_{rv}$$

Konačno, relacija za s_h se može napisati u obliku:

$$s_h = \frac{t_p}{3,6} V + \frac{1}{25,92\, b} V^2 + l_{rv}$$

Model apsolutno bezbednog Sh



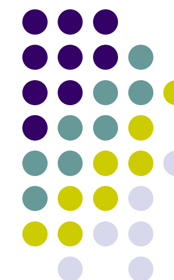
Značajno je istaći da se model apsolutno bezbednog rastojanja sleđenja zasniva na minimalnom rastojanju sleđenja vozila u kome je uključen i ukupan put kočenja drugog vozila. Ovo znači da se pretpostavlja da prvo vozilo koje se kreće istom brzinom kao i drugo vozilo može stati na putu bez svog puta kočenja, tj. polazeći od stava da je $l_{k1} = 0$.
Razume se da je praktično nemoguć slučaj $l_{k1} = 0$, pa čak ni u prilici kada je došlo do naletanja prvog vozila na iznenadnu fizičku prepreku na putu koju vozač prvog vozila nije uočio, jer ako ne bi bilo kočenja bar bi se deformisalo prvo vozilo za vrednost $\Delta l_v > 0$.
Kod modela apsolutno bezbednog rastojanja sleđenja vozila protok vozila je u funkciji brzine i kriva protok–brzina ima jedan maksimum.

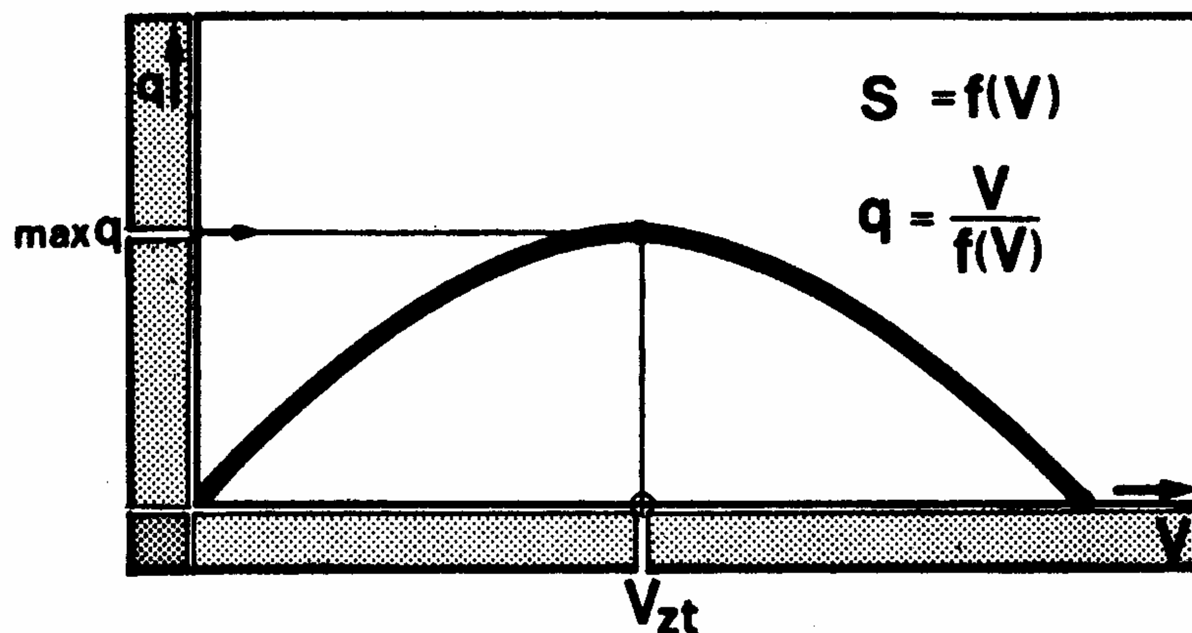
Brzina pri kojoj se ostvaruje najveći protok vozila je brzina zasićenog toka $\max q = f(V_{zt})$.

S obzirom da je: $g = \dfrac{1000}{\bar{s}_h}$ kao i s obzirom na poznatu relaciju $q = g \cdot V$, dobija se:

$$q = \frac{1000\,V}{\dfrac{t_p}{3{,}6}V + \dfrac{V^2}{25{,}92\,b} + l_{rv}}$$

Model apsolutno bezbednog Sh

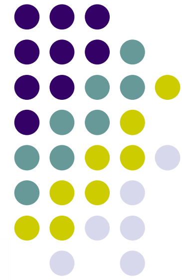




Polazeći od baznih relacija između tri osnovna parametra saobraćajnog toka i poznatih relacija između srednjeg intervala sleđenja $\bar{t}_h$ i protoka vozila q, $\bar{t}_h = \frac{3600}{q}$ dobija se relacija:

$$\bar{t}_h = t_p + \frac{V}{7{,}2\,b} + \frac{3{,}6\ l_{rv}}{V}$$

Model apsolutno bezbednog Sh



Iz zavisnosti: $\bar{t}_h = 3600/q$ očigledno je da parametru min $\bar{t}_h$ odgovara max q.

Ako je cilj da se utvrdi pri kojim uslovima se ostvaruje najveći protok, potrebno je odrediti pri kojim uslovima se ostvaruje najmanji interval sleđenja. Znači zadatak se svodi na rešenje relacije:

$$\frac{dth}{dV} = 0; \quad \frac{dt_h}{dV} = \frac{1}{7{,}2\ b} - \frac{3{,}6\ l_{rv}}{V^2}$$

Iz $\frac{dt_h}{dV} = 0$ dobija se brzina V_{zt} pri kojoj interval sleđenja t_h uzima najmanju vrednost.

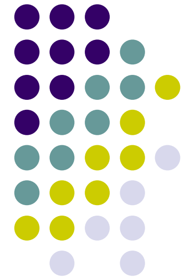
Opšti oblik rešenja gornje relacije glasi:

$$V_{zt} = \sqrt{25{,}92\ l_{rv} \cdot b} = V_c$$

$$\min t_h = t_p + \frac{\sqrt{25{,}92\ l_{rv}\ b}}{7{,}2\ b} + \frac{3{,}6.\ l_{rv}}{\sqrt{25{,}92\ l_{rv}\ b}}$$

$$\min t_h = t_p + \sqrt{\frac{l_{rv} \cdot 2}{b}}$$

Model realno bezbednog Sh



Modeli realnog bezbednog rastojanja sleđenja zasnivaju se na delimičnom uključivanju puta kočenja u rastojanje sleđenja kao funkcije brzine vozila. Koliki deo puta kočenja će se uključiti u rastojanje sleđenja kod ovih modela zavisi od relativnog odnosa između dužina puta kočenja prvog i drugog vozila. Opšta relacija za rastojanje sleđenja glasi $S_{hi} = l_p + \Delta_i \cdot l_k + l_v + l_r$. S obzirom na relativne odnose između dužina puta kočenja prvog i drugog vozila razlikuju se 3 moguća slučaja i to:

I. slučaj za $l_{k1} = l_{k2}$; $\Delta_I = 0$ $\quad S_{hI} = l_p + l_v + l_r$

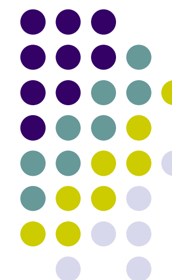
$\Delta = l_{k2} - l_{k1}$

II slučaj za $l_{k1} > l_{k2}$ $\Delta_{II} < 0$ $\quad S_{hII} = l_p + \Delta_{II} \cdot l_k + l_v + l_r$

III slučaj za $l_{k1} < l_{k2}$; $1 > \Delta_{III} > 0$ $\quad S_{hIII} = l_p + \Delta_{III} \cdot l_k + l_v + l_r$

Ukoliko se želi ostvariti realna bezbednost saobraćaja onda slučaj II, po kome minimalno rastojanje sleđenja vozila može biti manje od zbira $l_v + l_p + l_r$, treba isključiti iz daljeg razmatranja. Ostaju dakle da se razmotre slučaj I i slučaj III.

Model realno bezbednog Sh



Slučaj I kod koga je $l_{k1} = l_{k2}$

U ovom slučaju najmanje bezbedno rastojane sleđenja vozila iznosi:

$$S_{hI} = l_v + l_p + l_r$$

Pošto je:

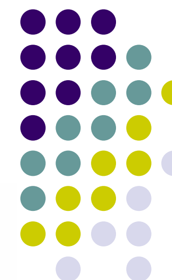
$$l_v + l_r = l_{rv} \quad i \quad l_p = t_p \frac{V}{3{,}6}$$

to je:

$$s_h = \frac{t_p}{3{,}6} V + l_{rv}; \quad g = \frac{1000}{\frac{t_p}{3{,}6} V + l_{rv}}; \quad q = \frac{1000 \cdot V}{\frac{t_p \cdot V}{3{,}6} + l_{rv}}$$

$$t_h = \frac{3600}{q}; \quad t_h = t_p + 3{,}6 \frac{l_{rv}}{V}$$

Model realno bezbednog Sh



Slučaj III kod koga je $l_{k1} < l_{k2}$

Obzirom da je u modelu apsolutno bezbednog rastojanja uzeto da je koeficijent prianjanja u funkciji od brzine vozila, to se rastojanje sleđenja za model apsolutno bezbednog rastojanja sleđenja može napisati i u sledećem obliku:

$$s_h = \frac{t_p}{3{,}6} V + \frac{1}{7{,}2\, b(V)} V^2 + l_{rv}$$

Međutim, pri razmatranju modela relativno bezbednog rastojanja sleđenja, realno se mora poći i od očekivanja da su putevi kočenja vozila različiti, obzirom na različita usporenja "b" i pri jednakim brzinama. Iz navedenog se dolazi do zaključka da je slučaj III kod koga je $l_{k1} < l_{k2}$ defakto najrealnija osnova za model relativnog bezbednog rastojanja, koja glasi:

$$S_{hIII} = l_v + l_p + \Delta_{III} \cdot l_k + l_r$$

Uzimajući da je $\Delta_{III} \cdot l_k = \left(\frac{1}{b_2} - \frac{1}{b_1}\right) \cdot \frac{V^2}{25{,}92}$ dolazi se do sledeće relacije:

$$s_h = \frac{t_p}{3{,}6} V + \left(\frac{1}{b_2} - \frac{1}{b_1}\right) \frac{V^2}{25{,}92} + l_{rv}, \quad \text{odakle}$$

sledi:

$$V_{zt} = 3{,}6 \sqrt{\frac{2\, b_1\, b_2}{(b_1 - b_2)}\, l_{rv}} = V_c$$